



Hledání adekvátní náhrady vláknenné suroviny jako výplně míčů pro kolovou

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil

Studijní obor: 3107R007-90/Textilní marketing

Autor práce: **Jindřich Šťastný**

Vedoucí práce: doc. Ing. Ph.D. Ludmila Fridrichová





Zadání bakalářské práce

Hledání adekvátní náhrady vlákenné suroviny jako výplně míčů pro kolovou

Jméno a příjmení: **Jindřich Štátný**
Osobní číslo: T17000236
Studijní program: B3107 Textil
Studijní obor: Textilní marketing
Zadávající katedra: Katedra hodnocení textilií
Akademický rok: 2019/2020

Zásady pro vypracování:

1. Popište vlákno, které je dosud používané jako výplň míčů pro kolovou, tj. strukturu vlákna, podélný a příčný řez, délku, tloušťku, vlnitost. Vyšetřete četnosti výskytu vláken ve výplni dle délky případně tloušťky vlákna
2. Proveďte rešerši za účelem zjištění možných náhradních vláken, která by byla vhodná jako výplň do míčů. Vlastnosti zvolených vláken porovnejte se stávající vlákennou náplní.
3. Experimentálně vyšetřete chování různých vlákenných materiálů při přechování do definovaného objemu. Vyberte dva vhodné zástupce, které použijete k napěchování nového míče.
4. Porovnejte vlastnosti míče (tvrdost, hmotnost, odskok) u vyrobených vzorků s originálním míčem pro kolovou. Návrhy zhodnoťte z hlediska ekonomického a ekologického.

Rozsah grafických prací:
Rozsah pracovní zprávy:
Forma zpracování práce:
Jazyk práce:

30 – 40 normostran
tištěná/elektronická
Čeština



Seznam odborné literatury:

1. MILITKÝ, Jiří. *Textilní vlákna: klasická a speciální*. 2. vydání. Liberec: Technická univerzita, 2012. ISBN 978 80 7372 844 1
2. IŠTOK, Miroslav, *Fyzika a biomechanika některých míčových her*. Brno, 2009. Bakalářská práce. Pedagogická fakulta. Masarykova universita. Vedoucí práce Vladislav Navrátil.

Vedoucí práce:

doc. Ing. Ludmila Fridrichová, Ph.D.
Katedra hodnocení textilií

Datum zadání práce:

29. října 2019

Předpokládaný termín odevzdání:

10. srpna 2020

Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka

L.S.

doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.
vedoucí katedry

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědom toho, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědom následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

6. srpna 2020

Jindřich Šťastný

Poděkování

Touto cestou bych chtěl bych poděkovat vedoucí bakalářské práce paní docentce Ludmile Fridrichové za odborné vedení, pomoc, trpělivost a rady při zpracování této práce. Dále bych rád poděkoval pracovníkům laboratoře společnosti AAH czech, za umožnění využití jejich zařízení, díky patří i týmu kolové TJ Pankrác za jejich přístup a ochotu a rady během testování. Na závěr bych chtěl poděkovat mé rodině a přítelkyni za podporu a trpělivost.

Anotace

Tato bakalářská práce se zaměřuje na posouzení a výběr možné alternativy srnčí srsti, která se používá jako výplň míče pro kolovou.

V práci je navržena metodika měření a vlastností vláken. Jsou navrženy jednotlivé testy spolu s výsledky a porovnáním.

Klíčová slova:

vlna, len, srnčí srst, BICO vlákna, koeficient restituce, plasticita, stlačitelnost

Annotation

This bachelor thesis is focused on an assessment and a selection of possible alternatives to a deer fur which is used in balls for a cycle ball.

The thesis recommends a methodology of fiber measurement and testing and their characteristics. All recommended tests are shown with results and comparisons.

Keywords:

wool, flax, deer fur, BICO fibers, coefficient of restitution, plasticity, compressibility

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Doposud používaná vlákna.....	9
2.1 Podsada	9
2.2 Pesík.....	10
2.3 Četnost výskytu srnčích vláken dle délky v míči na kolovou.....	10
3. Možné náhrady vlákenné výplně	11
3.1 Bavlna	11
3.1.1 Vlastnosti bavlny	11
3.2 Lněná vlákna	12
3.2.1 Vlastnosti lněných vláken.....	12
3.3 Konopná vlákna	12
3.3.1 Vlastnosti konopných vláken.....	12
3.4 Vlněná vlákna	13
3.4.1 Vlastnosti vlněných vláken.....	13
3.5 Polyesterová vlákna	13
3.5.1 Vlastnosti	13
4. Fyzikální vlastnosti ovlivňující pohyb míče.....	14
4.1 Příčiny pohybu – síly:	14
4.1.1 Tíhová síla	14
4.1.2 Síla tření:.....	14
4.1.3 Síla odporu prostředí:	14
4.2 Účinky sil:	15
4.2.1 Uvedení míče do pohybu	15
4.2.2 Pohyb míče v prostoru:	15
4.3 Koeficient restituce	16
5. Praktická část	17
5.1 Simulace na snímači sil.....	17
5.1.1 Princip zkoušky	17
5.1.2 Postup zkoušky	17
5.1.3 Získané výsledky	17
5.2 Test odskoku míčů s rozdílným materiálem	18

5.2.1	Princip zkoušky	18
5.2.2	Postup zkoušky	18
5.2.3	Získané výsledky	18
5.3	Výroba míčů.....	19
5.3.1	Příprava.....	19
5.3.2	Postup výroby	19
5.3.3	Finální výrobek.....	20
5.4	Test v reálném prostředí.....	20
5.4.1	Popis testu.....	20
5.4.2	Potup testu	20
5.4.3	Získané výsledky	20
6.	Závěr zkoumání	21
6.1	Porovnání vlastností.....	21
6.2	Simulace na snímači sil.....	22
6.3	Výroba míčů – alternativní výplně	23
6.3.1	Lněná výplň	23
6.3.2	Vlněná výplň.....	23
6.4	Test odskoku míčů – různé materiály	24
6.4.1	Porovnání nového a starého míče plněného srnčí srstí.....	24
6.4.2	Míč s lněnou výplní	25
6.5	Test v reálném prostředí.....	26
7.	Ekonomické a ekologické vyhodnocení	27
7.1	Ceny materiálů	27
7.2	Celkové náklady na výrobu	27
7.3	Ekologické vyhodnocení.....	27
8.	Závěr	28
9.	Literatura.....	29
10.	Seznam příloh	30
11.	Seznam obrázků.....	30
12.	Seznam tabulek.....	31
13.	Přílohy	32

1. Úvod

„Kolová je jedním z opomíjených sportů v České republice. Jedná se o sport podobný sálovému fotbalu, kdy proti sobě stojí v každém týmu dva hráči na speciálně upravených kolech, kteří vedou míč a snaží se vstřelit gól do soupeřovy branky“ [9].

V minulosti byla Česká republika v tomto sportu velmi úspěšná, mezi nejslavnější České hráče patřili bratři Pospíšilové, kteří svého času byli dvacetinásobnými mistry světa a dvaceti pětinasobnými mistry Československa.

Důležitou součástí kolové je herní míč, na který se v této práci blíže zaměříme. Míč by měl být zhotoven z látky o průměru 17–18 cm s celým kulatým tvarem. Hmotnost musí být mezi 500 až 600 gramy. O použitelnosti míče rozhoduje rozhodčí.

Jednou ze zvláštností míče je jeho materiálová náplň. Naplněn je výhradně srnčí srstí. V současné době, kdy jsou k dispozici dostupnější a levnější druhy rozmanitých vláken, vyvstala myšlenka použití srnčí srsti v míči na kolovou nahradit.

A právě tato bakalářská práce se zaměří na posouzení a výběr možné alternativy nového vhodného vlákna, které by mohlo úspěšně zaujmout místo doposud používané srnčí srsti. Jedním z aspektů budou fyzikální vlastnosti míče, dále se zaměříme ekonomickou stránku výroby míče a v neposlední řadě na ekologii výroby.

2. Doposud používaná vlákna

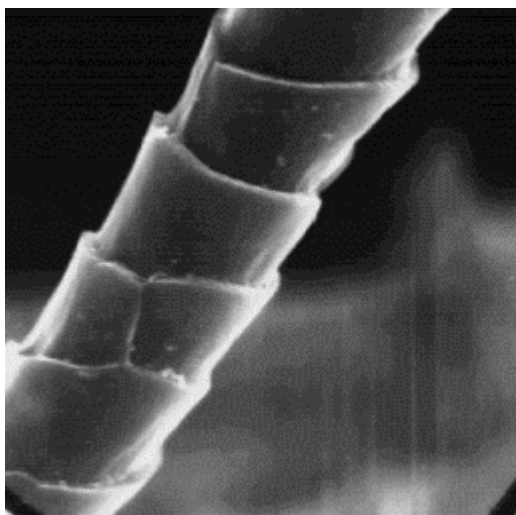
Nynější surovinou používanou jako výplň míče pro kolovou je srnčí srst. Srnčí kožešina je od 60 do 160 cm dlouhá, v zimních měsících je srst hustější, hrubá a křehká. Barva vláken přechází od šedohnědé ve spodu ke světle šedé na vrchu vlákna.

Letní srst je méně hustá, vlákna jsou silnější červenohnědé barvy. Spodní vrstva srsti je světle hnědá, jednotlivé chloupky jsou rovné. Délka vláken se pohybuje mezi 35–55 mm.

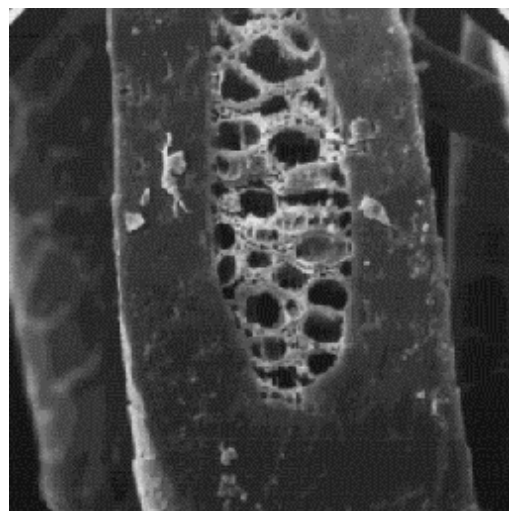
Struktura zimní kožešiny se velmi liší od letní, zatímco u zimní převažují takzvaná ochranná vlákna (pesík) u letní převládá spodní vrstva srsti (posada). Mezi oběma vrstvami je zásadní rozdíl, vlákna spodní srsti rostou ve shlucích, kdežto ochranná vlákna rostou ze samostatných folikul. Měrná hmotnost srnčí srsti je mezi 350-400kg/m³ [2]

2.1 Podsada

Podsadová vlákna jsou kruhového průřezu o průměru 100 až 200 μm. V horní části jsou vlákna elipsoidní. Kutikula se skládá z rovnoměrných šupin a hladkými okraji. Převládající typ struktury je dřev (medula). [5]



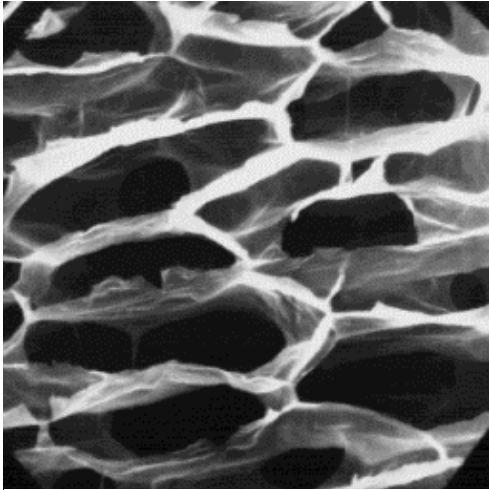
Obrázek 1 – Srnčí srst – podsada



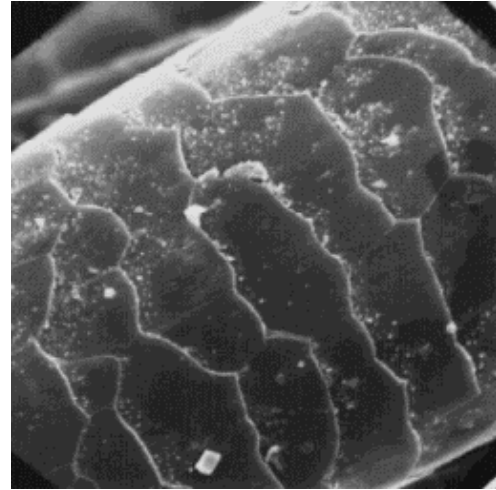
Obrázek 2 – Podsada – příčný řez

2.2 Pesík

Pesíková vlákna jsou přítomna především v letních měsících. Jejich průměr je od 10 až 18 μm , průřez je kruhový. Šířka dřeně je o něco méně menší než polovina šířky vlákna. Povrch a okraje šupin jsou hladké.[5]



Obrázek 4 - Pesík – příčný řez



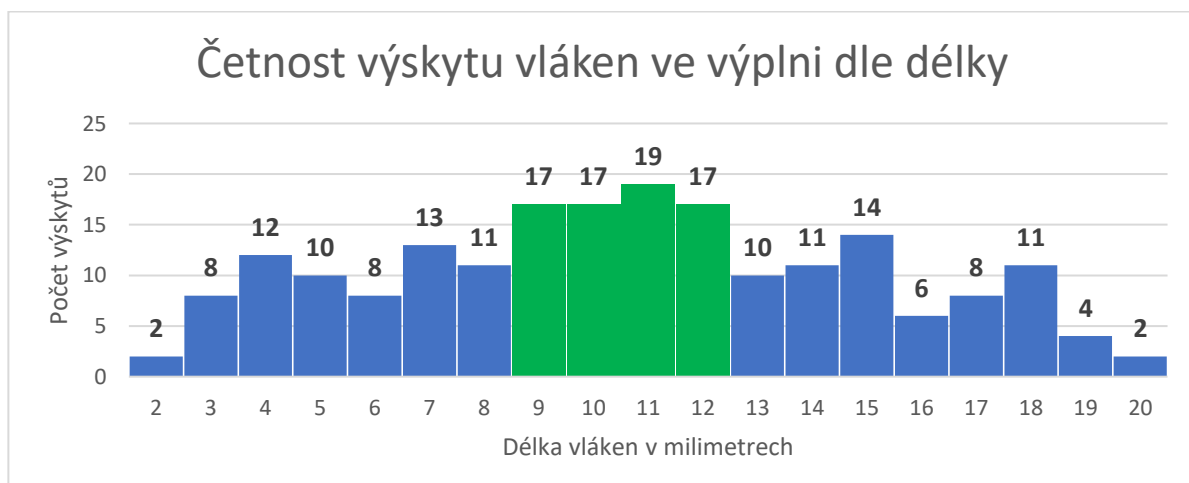
Obrázek 3 - Srnčí srst – pesík

2.3 Četnost výskytu srnčích vláken dle délky v míči na kolovou

Pro zjištění četnosti výskytu vláken dle délky v míči na kolovou bylo vybráno a změřeno 200 vláken, odebraných z herního míče.

Dle výsledků měření vyplývá, že nejčastěji se objevují vlákna o délce mezi 9-12 mm. Jelikož, bylo v předešlé části uvedeno, že srnčí vlákna mají délku mezi 35-55 mm, vlákna použitá v míči musí být nadrcená.

Tabulka 1- Četnost výskytu vláken ve výplni dle délky



3. Možné náhrady vlákenné výplně

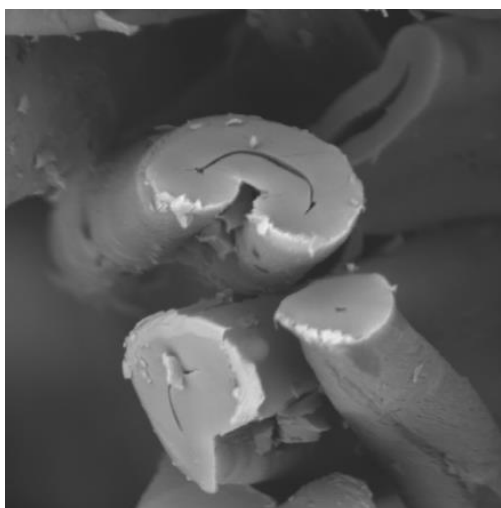
Jako potencionální náhrada za srnčí srst byla vybrána vlákna bavlny, lnu, konopí, vlny a polyesteru. Následující kapitola se zaměří na jejich vlastnosti a porovnání s vlákny srnčí srsti.

3.1 Bavlna

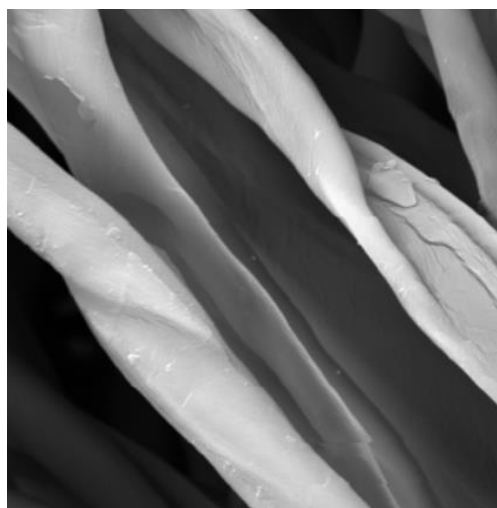
Bavlna jsou jednobuněčná vlákna obrůstající semena bavlníku o délce 25-60 mm a tloušťce 12-17 μm , měrná hmotnost bavlny je 1500 - 1540 kg/m^3 . Bavlna je zdrojem nejčistší celulózy, obsahuje mezi 88-96 % zbytek tvoří voda, bílkoviny, tuky a vosky. [3,4]

Vlákno bavlny má ledvinkový tvar šroubovitě zkroucené stužky s dutinkou. Podle zakroucení je možné poznat zralost vlákna. Zralejší vlákno má zákrutů méně. [3,4]

Povrch bavlněného vlákna je tvořen primární stěnou, tzv. kutikulou, která obsahuje pektiny a vosky, které chrání vlákno před poškozením. Dále pokračuje sekundární stěna, která je tvořena celulózou. Uvnitř vlákna je po celé délce dutina, která se nazývá lumen. Vlastnosti bavlny se dají zlepšit mercerací, kdy se zvyšuje lesk, pevnost v tahu, snižuje srážlivost a zlepšuje rozměrová stabilita. [3,4]



Obrázek 5 - Bavlna příčný řez



Obrázek 6 - Vlákno bavlny

3.1.1 Vlastnosti bavlny

Mezi kladné vlastnosti bavlny patří dobrá savost, pružnost, měkkost a dobrá snášenlivost vysokých teplot. Na druhou stranu má i záporné vlastnosti, příkladem je vysoká mačkavost, srážlivost a nízká odolnost proti plísním. [3,4]

3.2 Lněná vlákna

Lýkové vlákno, které se získává ze lnu setého. Je to jednoletá rostlina, ze které se získávají vlákna jak pro textilní, tak pro technické účely. Tato rostlina dorůstá do výšky zhruba 1 m.

Po zpracování se získává technické vlákno dlouhé až 1 m. Toto technické vlákno se skládá z elementárních vláken. Délka elementárního vlákna je 40-60 mm. Tloušťka technického vlákna 600 μm , elementárního 20 μm . Měrná hmotnost lnu je mezi 1430 – 1520 kg/m^3 [7]

3.2.1 Vlastnosti lněných vláken

Vlákna mají nejčastěji pětiúhelníkový průřez jsou hladká a lesklá. Vlákna mají vysokou pevnost a odolnost proti oděru, ale malou tažnost. [7]



Obrázek 7- Len příčný řez



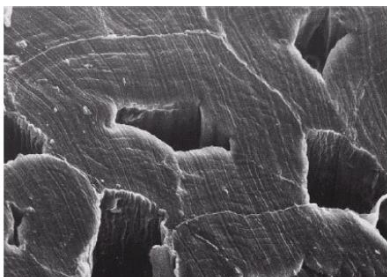
Obrázek 8- Len mikroskopický pohled

3.3 Konopná vlákna

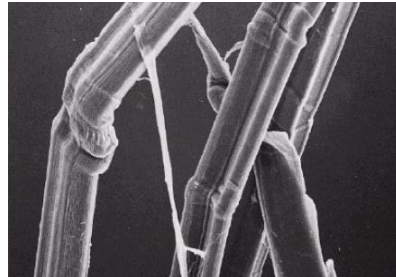
Konopná vlákna patří mezi nejpevnější a nejdelší vlákna mezi rostlinami. Délka technických vláken je mezi 100–200 cm, největší délky dosahují již pročištěná vlákna. Elementární vlákna pak mají délku mezi 5-55 mm. Tloušťka konopných vláken se pohybuje mezi 15-50 μm . [4]

3.3.1 Vlastnosti konopných vláken

Konopná vlákna jsou spíše tvrdá a zdřevnatělá, mají široký lumen a zaoblené rohy v příčném řezu. Nejlépe ze všech přírodních vláken odolává vlivům povětrnosti. [4]



Obrázek 10 - Konopí příčný řez



Obrázek 9 - Konopí mikroskopický pohled

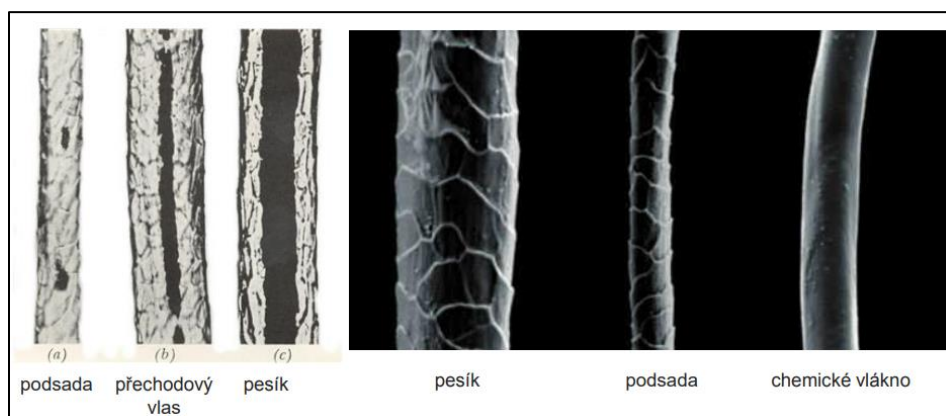
3.4 Vlněná vlákna

Vlna se skládá ze dvou základních modifikací kortexu – orto a para. Bilaterální struktura je příčinou kadeřavosti vlny, orto a parakortex obtáčejí vlas ve šroubovici.

Jedním z problémů u vlny je vysoký obsah nečistot a nutnost praní. Patří mezi ně ovčí pot močovina, ovčí tuk (10–20%), náhodné nečistoty - rostlinné zbytky, prach, trus, dehet. Vlna typicky obsahuje 60% vlákna, 5% nečistot, 15% vlhkosti, 10% tuku, 10% potu. [3,4]

3.4.1 Vlastnosti vlněných vláken

Vlna se vyznačuje vysokou odolností v oděru, dobrými izolačními vlastnostmi a vysokou elasticitou. Samotné vlákno má nízkou odolnost proti vůči mechanickému poškození, má nízkou pevnost a tuhost. Měrná hmotnost vlny je 1320kg/m^3 [4]



Obrázek 11 - Vlna příčný řez a typy vláken

3.5 Polyesterová vlákna

Polymer se vytváří polykondenzací tereftalové kyseliny a etylénglykolu a zvláknuje se z taveniny.

Polyesterová vlákna mají tvar hedvábí i stříže. Vedle standardních vláken se vyrábí celá řada modifikovaných vláken s pozmeněnými vlastnostmi, se sníženou žmolkovatostí, sráživá, nesráživá a další. [4]

3.5.1 Vlastnosti

Mají velkou odolnost vůči oděru a nepatrnou navlhavost, vyznačují se vysokou odolností proti chemikáliím a slunečnímu záření. Významná je jejich výborná tepelná odolnost. Teplota měknutí je $230\text{--}250\text{ }^\circ\text{C}$, teplota tání je $250\text{--}285\text{ }^\circ\text{C}$. Bez poškození snesou krátkodobé působení teploty $200\text{ }^\circ\text{C}$. Měrná hmotnost polyesteru je mezi $1370\text{--}1390\text{kg/m}^3$ [4]

4. Fyzikální vlastnosti ovlivňující pohyb míče

4.1 Příčiny pohybu – síly:

Silou v mechanickém smyslu je každé vzájemné působení hmotných těles. Síly mohou být různého původu. [2]

4.1.1 Tíhová síla

je síla, která působí na každé hmotné těleso všude v oblasti zemské přitažlivosti směrem k zemskému středu. Označuje se písmenem G . Je dána tíhovým zrychlením, které má v hodnotu $g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$ [2]

$$G = m \cdot g$$

4.1.2 Síla tření:

Vzniká při pohybu tělesa po tělese jiném a působí proti tomuto pohybu. Označujeme ji písmenem T . Tření může být smykové nebo valivé. Smykové tření má velikost [2]

$$T = f \cdot N$$

kde f je koeficient závislý na mechanických vlastnostech třecích ploch a N je síla, kterou jsou obě tělesa na sebe tlačena. [2]

4.1.3 Síla odporu prostředí:

Odpor prostředí je síla, kterou prostředí vyvíjí proti tělesu, které se v něm pohybuje. Podstata jeho vzniku je v odstraňování hmotných částic z dráhy pohybu. Velikost této síly je obecně možno vyjádřit rovnicí [2]

$$P = \frac{1}{2} \cdot C \cdot S \cdot \rho \cdot v^2$$

Kde C je tvarový koeficient, závislý na tvaru a povrchu tělesa, S je čelná plocha, ρ hustota prostředí a v rychlost pohybu tělesa vzhledem k prostředí.[2]

4.2 Účinky sil:

Síla je projev vzájemného působení těles. Udeří-li hráč do míče, míč se deformuje, ale téměř bezprostředně se začne pohybovat a ještě dříve, než ztratí kontakt s hráčem deformace se vyrovnává. [2]

4.2.1 Uvedení míče do pohybu

K tomu, aby se míč dostal do pohybu, je třeba vynaložení síly v časovém trvání. Tyto síly může mít formu hodů nebo úderu. [2]

4.2.2 Pohyb míče v prostoru:

Míč létá, skáče, válí se nebo klouže v prostoru nebo po hřišti. Jeho dráha je dána impulsem síly při uvedení do pohybu a působením vnějších sil za pohybu.

Impuls síly jako vektor má působiště, velikost, směr a orientaci, které určují základní parametry dráhy. Vnější síly, působící jednak proti pohybu, jednak zakřivování dráhy míče, jsou tíhová síla, síla tření a odpor prostředí. [2]

Při rotaci míče působí tangenciální složka nárazu společně s třením a elastickou energií změnu směru míče podle osy otáčení a smyslu rotace. Tento účinek se projevuje např. v tenise a stolním tenise při řezaných míčích, kdy spodní (zpětná) rotace působí velkou změnu směru odskoku pomalu letícího míče (úhel dopadu i odrazu se měří od kolmice vztyčené v místě dopadu). [2]

Síla tření spolupůsobí jednak při změnách směru a rychlosti odraženého míče, jednak působí proti pohybu míče nebo kotouče po hřišti. [2]

Odpory prostředí jsou síly, které působí proti směru pohybu míče a tím ho brzdí. Odpor prostředí závisí na hustotě prostředí, tvaru tělesa. Lehčí a objemnější míče budou vlivům odporu prostředí více podléhat než těžší a menší. [2]

4.3 Koeficient restituce

Koeficient restituce e je definován jako podíl kinetických energií po odrazu a před odrazem. V modelu bez odporu vzduchu jsou tyto energie podle zákona zachování energie úměrné výškám bodů obratu:

Tedy platí:
$$e = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}}$$

Koeficient restituce vyjadřuje elasticnost rázu, tj. mění pouze velikost impulsu, nikoliv jeho směr. Koeficient restituce obvykle dosahuje hodnot v rozmezí 0 až 1, přičemž 0 znamená, že se jedná o ráz plně plastický a 1 je ráz plně elastický.

Koeficient restituce je dále možno definovat jako poměr elastické k celkové deformaci.[6,8]

5. Praktická část

5.1 Simulace na snímači sil

5.1.1 Princip zkoušky

Při této zkoušce se měří stlačitelnost a plasticita jednotlivých testovaných materiálu. Ke stlačení se použije snímač sil Hountsfield.

5.1.2 Postup zkoušky

Stlačitelnost

Testované materiály jsou stlačeny ve válcové nádobě. Do nádoby se vloží 26g materiálu, který se zatlačí na základní objem 500ml. Objem 500ml je počáteční stav této zkoušky.

Poté se materiál stlačí o 100mm na objem 230ml. Na snímači sil se zaznamenává síla potřebná ke stažení v dráze posunu pístu, který tlačí na testovaný vzorek.

Plasticita

Po stlačení materiálu na objem 230ml dojde k vysunutí pístu z nádoby, materiál se nechá po dobu 10 minut zrelaxovat a měří se plasticita materiálu, tedy snaha materiálu o návrat do původního tvaru. Měření probíhá odečtem z objemové stupnice na válci.

5.1.3 Získané výsledky

Z testu na snímači sil dostaneme potřebné hodnoty pro rozhodnutí, který materiál se svými vlastnostmi nejvíce blíží srnčí srsti.

Zjišťujeme sílu F [N] potřebnou k stlačení materiálu na požadovaný objem. Dále zkoumáme plasticitu materiálu, tedy o kolik se změní objem materiálu po stlačení a následné relaxaci.

Výsledky testovaných materiálů se porovnají s výsledky srnčí srsti a rozhodne se, který materiál je vhodný jako alternativa pro plnění míčů.

5.2 Test odskoku míčů s rozdílným materiálem

5.2.1 Princip zkoušky

Principem této zkoušky je stanovit výšku odrazu míče, který se nechá svisle dopadnout na námi testovaný povrch. Způsob stanovení výšky odrazu je vizuální, při použití kamerové záznamu. Předpokladem je, že každý materiál bude mít jiný odskok, cílem měření je zjistit, který materiál je odskokem nejbližší k srnčí srsti.

5.2.2 Postup zkoušky

Stanovení odrazu míče od dřevěného povrchu v hale

Míče se nechají spadnout z předem definované výšky, ze záznamu se vyčtou výšky jednotlivých fází míče po spuštění na zem.

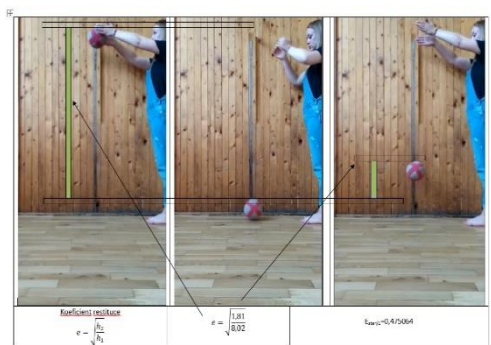
Ze získaných dat se vypočítá koeficient restituace, zmíněný v předchozí kapitole. Porovnávají se výšky:

- míč v okamžiku spuštění (ruce už míč nedrží)
- míč se dotkl země
- první odskok míče

Podle vzorce: $e = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}}$ vizuálně znázorněno v příloze č.1

5.2.3 Získané výsledky

U každé suroviny se provede se celkem pět měření, aby se zajistilo, že míč při každém dopadu zasáhne jiný bod povrchu. Z pěti měření odrazu míče se vypočítá průměrná hodnota koeficientu restituace pro jednotlivé suroviny.



Výpočty starší míč				
	h1	h2	E	Odkoky
<u>S1</u>	8,02	1,81	0,475064	2
<u>S2</u>	8,09	1,72	0,461095	1
<u>S3</u>	8,01	1,94	0,492135	2
<u>S4</u>	8,21	1,92	0,483592	3
<u>S5</u>	8,21	1,98	0,49109	3

Obrázek 12 - Princip měření a zápis do tabulky

5.3 Výroba míčů

5.3.1 Příprava

Výroba míčů pro kolovou je kompletně ruční práce, pro výrobu je potřeba získat:

- 8 trojúhelníkových kusů textilie (textilie je vyrobena ze syntetických materiálu – PES/PA).
- 500 g vybraných vláken
- Šicí stroj
- Nástroje pro vpěchování vláken
- Popruhy pro zpevnění míče

5.3.2 Postup výroby

Na šicím stroji se spojí 8 kusů látek, kdy vznikne základní obal míče. Nechá se pouze malý otvor o velikosti do 5 centimetrů, kudy se do obalu vkládají vybraná vlákna. Vkládání vláken do obalu probíhá ručně za pomoci nástrojů pro vpěchování. Obal s vlákny je průběžně vážen, aby byl neustále přehled o aktuální váze. Je nutné, aby obal s vlákny při finálním šití nevážil více než 500 gramů.



Obrázek 14 - Trojúhelníkové části textilie



Obrázek 13 - Sešitý základní obal míče

Po napěchování je otvor ručně sešit a obal je opatřen popruhy pro zpevnění. Popruhy jsou přišity k míči a dojde k jejich permanentnímu uchycení.

5.3.3 Finální výrobek

Po dokončení výroby je míč zvážen, jeho hmotnost nesmí přesáhnout 600g a nesmí být lehčí než 500g. Průměr míče pak musí být mezi 15-17 centimetry. Dalším znakem, který je sledován je jeho stálost při nárazu. Silou je vržen proti dřevěnému povrchu a zkoumá se, zda míč zůstal kulatý, či se objevily nějaké deformace.

5.4 Test v reálném prostředí

5.4.1 Popis testu

Test probíhá, během tréninku hráčů pražského klubu kolové TJ Pankrác. Hráči provedou, několik zatěžkávacích zkoušek, poté subjektivně vyhodnotí chování míče při hře.

5.4.2 Potup testu

Hodnotí se chování míče při přihrávce a střele, nebo například při disciplíně zvané vedení míče. Dalším faktorem je odolnost míče, je nutné, aby si míč i po zátěži stále udržel kulatý tvar a neobjevily se deformace.

5.4.3 Získané výsledky

Výsledky tohoto testu budou čistě subjektivní, ale i přesto takto získané poznatky, poznámky a názory od profesionálních sportovců, budou důležitým faktorem při hledání správné alternativy nahrazení srnčí srsti jinými vlákny.

6. Závěr zkoumání

6.1 Porovnání vlastností

Pro experimentální část, plnění míčů alternativní výplní byly na základě vlastností a dostupnosti vybrány materiály: len, vlna a sloučenina bavlny vlny a PAN a PES vláken takzvaná BICO vlákna běžně používaná v Automotive průmyslu viz Obrázek 15.

Tree Level	Description Article Name Name Substance name	Part/Item No. Item- /Mat.-No. Material-No. CAS No.	IMDS ID / Version	Quantity	Weight [g]	Portion [%]	Portion (from - to) [%]	Classif. GADSL, SVHC	Parts Marking Recyclate (Indust./Consumer) Application [ID]
1	CO	25186	888740447 / 2					5.5.2	
-2	Cotton-fibre	-				70			
-2	Wool	-				10			
-2	PAN-Fibre	-				15			
-2	PES-Fibre	-				4			

Obrázek 15 - IMDS záznam materiálu BICO

Tabulka 2 - Porovnání vlastností testovaných materiálů

Typ vlákna	Délka [mm]	Jemnost [μm]	Měrná hmotnost [kg/m^3]
Srnčí srst	9-12	10-18	350-400
Bavlna	25-60	12-17	1500-1540
Len	40-60	20	700-800
Vlna	5-55	15-50	1320
Polyester	∞	9-12	1370-1390

Hodnocena byla délka, jemnost a měrná hmotnost vláken.

- **Délka** – žádný z testovaných materiálů neodpovídá délce vláken srnčí srsti, pro pokračování v testování je tedy nutné vlákna nastříhat na rozměr 9-12mm
- **Jemnost** – všechny testované materiály mají přibližně stejnou jemnost jako srnčí srst, rozdíl je pro další použití zanedbatelný
- **Měrná hmotnost** – ze získaných výsledků nejlépe odpovídal len s měrnou hmotností 700 - 800kg/m³.

Na základě vyhodnocení vlastností byla pro další testování vyřazena bavlna, jejíž měrná hmotnost se příliš vychyluje od vlastností srnčí srsti.

6.2 Simulace na snímači sil

Pro simulaci na snímači sil byly vybrány tři materiály – vlna, len a BICO vlákna.

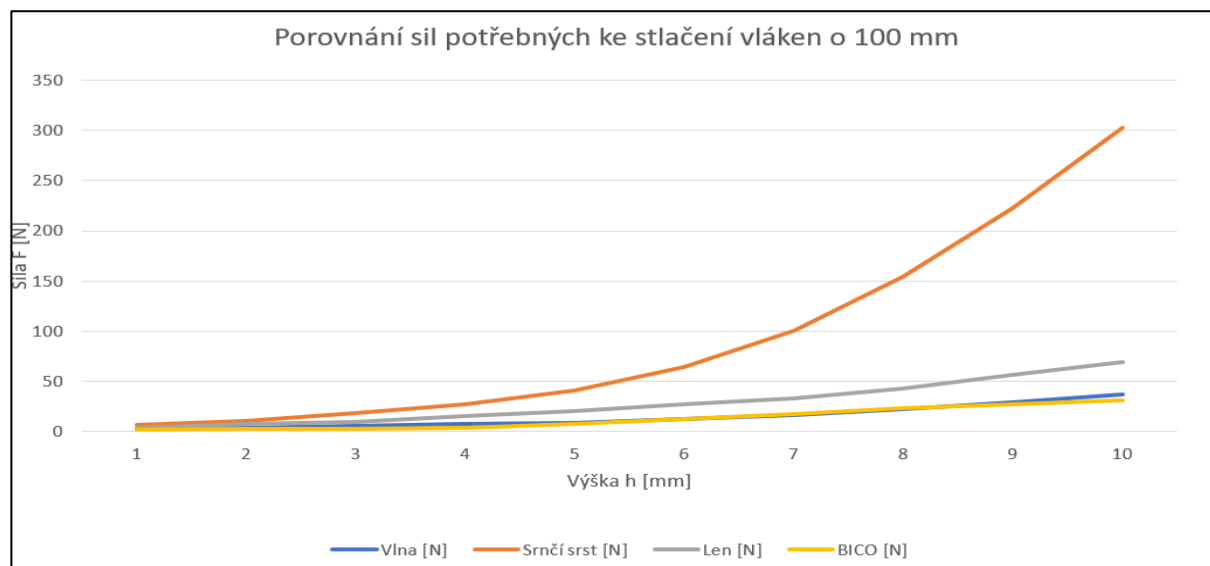
Základní hmotnost byla stanovena na 26g, posun v testovacím válci na 100mm. Zkoumalo se, jaká je potřebná síla ke stlačení vláken z objemu 500ml na 230ml. Vizualní ukázka v příloze č.2.

Dalším parametrem bylo zjištění plasticity, tedy o jaký objem se vlákna vrátí po relaxaci 10min.

Výsledky měření

Tabulka 3- Výsledky měření na snímači sil

Materiál	Síla [N]	Objem po odlehčení [ml]	Plasticita [%]
Vlna	37	490	98
Srnčí srst	303	470	94
Len	69	300	60
BICO vlákna	31	490	98



Obrázek 16 - Graf závislosti potřebné síly při stlačení

Z výše uvedených výsledků vyplývá, že hodnotám stlačitelnosti srnčí srsti se neblíží žádné z vybraných vláken. Kdy pro stlačení srnčí srsti bylo potřeba 303N, nejbliže k těmto hodnotám byl len 69N u kterého se, ale zjistily největší rozdíly u plasticity, pouhých 60% původního objemu.

Nejlépeších výsledků při porovnání plasticity dosáhla vlna a BICO vlákna, kdy návrat vláken na původní objem dosahoval 98%.

6.3 Výroba míčů – alternativní výplně

Na základě výsledků z předchozích testů bylo rozhodnuto, že jako alternativní výplně budou použity vlákna lnu a vlny.

6.3.1 Lněná výplň

Vlákna lnu byla vyhodnocena jako nejpodobnější alternativa a po konzultaci s výrobcem byl vyroben první míč. Fotodokumentace z plnění viz příloha č3.

Po naplnění základního obalu byl vzhled míče velmi podobný předloze ze srnčí srsti, po vážení bylo zjištěno, že přesáhl požadovanou hmotnost 600g a váží 738g.

Jelikož vlastnosti míče byly podobné originálu, rozhodlo se pokračovat a míč byl dokončen s konečnou váhou 776g.

Porovnání originálního míče s alternativní lněnou náplní – originál vlevo, lněná výplň vpravo



Obrázek 17 - Porovnání originálního míče (vpravo) s alternativou plněnou lnem

6.3.2 Vlněná výplň

Po zkušenosti s plněním prvního míče a při odborné konzultaci s odborníkem, bylo na základě výsledků testování a porovnání vlastností samotných vláken rozhodnuto o upuštění od plnění míče vlněnými vlákny.

Jelikož vlna při testu na snímači sil, měla jednu z nejmenších hodnot, předpokládá se, že hmotnost dalece přesáhne požadované hodnoty.

6.4 Test odskoku míčů – různé materiály

6.4.1 Porovnání nového a starého míče plněného srnčí srstí

Míče se nechaly spadnout z výšky 150 cm na dřevěný povrch v hale, z výsledků viz tabulka níže je patrný rozdíl mezi novým a starým míčem, kdy se nový míč více blíží elastickým vlastnostem.

Tabulka 4 - Výsledky elasticity u nového a starého míče

Měření/Typ	Nový	Starý
1	0,5151	0,4751
2	0,5092	0,4611
3	0,5289	0,4921
4	0,5288	0,4836
5	0,5229	0,4911
Průměrná hodnota	0,5210	0,4806

Dalším rozdílem jsou pak následné odskoky, zatímco u nového míče jsou v rozmezí 3-4 u starého pouze 1-3.

Tabulka 5 - Jednotlivé výsledky měření spolu se záznamy odskoků

Výpočty starý míč					Výpočty nový míč				
	h1	h2	e	Odskoky		h1	h2	e	Odskoky
S1	8,02	1,81	0,4751	2	N1	8,33	2,21	0,5151	3
S2	8,09	1,72	0,4611	1	N2	8,37	2,17	0,5092	4
S3	8,01	1,94	0,4921	2	N3	8,33	2,33	0,5289	4
S4	8,21	1,92	0,4836	3	N4	8,26	2,31	0,5288	4
S5	8,21	1,98	0,4911	3	N5	8,45	2,31	0,5229	4

Kvůli opotřebení míče se po určitém čase se výrazně zhoršila jeho kvalita a vlastnosti. Důvodem snížení kvality je, že se vlákna během používání a zátěže kladené na míč lámou a výrazně klesá jejich pevnost.

Lámavost vláken výrazně snižuje životnost míče. Ta v průměru dosahuje maximálně 30 zápasů. Vždy však záleží, jakým způsobem zápas probíhá a jak četná je střelba v zápase, kdy je na míč kladen největší tlak.

6.4.2 Míč s lněnou výplní

Pro test byly připraveny stejné výchozí podmínky jako v případě testování nového a opotřebovaného míče plněného sršní srstí. Jelikož hmotnost míče s lněnou výplní přesáhla hmotnost o 176g, byl předpoklad, že elasticita alternativy bude výrazně menší. To se následným měřením skutečně potvrdilo viz Tabulka 6.

Tabulka 6 - Porovnání výsledků elasticity mezi alternativní naplní (lnem) a míči ze sršní srstí

Měření/Typ	Nový	Starý	Len
1	0,5151	0,4751	0,3853
2	0,5092	0,4611	0,3502
3	0,5289	0,4921	0,3385
4	0,5288	0,4836	0,3586
5	0,5229	0,4911	0,3948
Průměrná hodnota	0,5210	0,4806	0,3655

I v případě odskoků byl zaznamenán velký rozdíl mezi míčem plněným sršní srstí a alternativou s lněnou výplní. U sršní se pohybuje mezi 3-4 odskoky, na rozdíl od lnu, kde jsou hodnoty mezi 1-2 odskoky.

Tabulka 7 - Jednotlivé výsledky s odskoky pro lněnou výplň a nový míč ze sršní srstí

Výpočty len					Výpočty nový míč				
	h1	h2	e	Odskoky		h1	h2	e	Odskoky
<u>L1</u>	8,15	1,21	0,3853	1	<u>N1</u>	8,33	2,21	0,5151	3
<u>L2</u>	8,4	1,03	0,3502	1	<u>N2</u>	8,37	2,17	0,5092	4
<u>L3</u>	8,38	0,96	0,3385	2	<u>N3</u>	8,33	2,33	0,5289	4
<u>L4</u>	8,32	1,07	0,3586	2	<u>N4</u>	8,26	2,31	0,5288	4
<u>L5</u>	8,15	1,27	0,3948	2	<u>N5</u>	8,45	2,31	0,5229	4

Výsledky měření ukázaly, že elasticita míče plněného lněnou výplní dosahuje 70% hodnot naměřených u nového míče plněného sršní srstí. Počet odskoků po spuštění míče dosahoval polovičních výsledků.

Vysoká hmotnost míče a nízká plasticita lnu způsobila, že míč vyrobený z alternativních vláken neodpovídá předloze a nebude vhodný pro zápasové účely. Na základě zjištěných skutečností, bude proveden test v reálném prostředí, aby se zjistilo, zda tato alternativa nebude vhodná k tréninkovým účelům.

6.5 Test v reálném prostředí

Test míče s lněnou výplní proběhl během tréninku pražského týmu kolové v hale TJ Pankrác. Již na první pohled tým zkušených hráčů odhadl, že míč je příliš těžký a není dostatečně tvrdý. Poté, tým začal trénink rozvíčením, takzvaným vedení míče podél obvodu tělocvičny. Následovaly přihrávky mezi hráči zakončenými střelbou.

Po 15 minutách testování tým zhodnotil stav a funkčnost míče. Největším problémem byla váha a nestálost tvaru. Vysoká váha míče výrazně snížila rychlost, kterou jsou hráči míči schopni udělit a objevilo se riziko poničení paprsků kola. Následně se během 15 minut se míč zdeformoval natolik, že nebylo možné dále pokračovat ve hře.



Obrázek 18- Test v reálných podmínkách při tréninku TJ Pankrác



Obrázek 19 - Viditelná deformace míče po testu v reálných podmínkách

7. Ekonomické a ekologické vyhodnocení

7.1 Ceny materiálů

V rámci hledání vhodné náhrady byly porovnány i jednotlivé ceny, za které je možné jednotlivá vlákna pořídit. Z šetření vyplývá, že nejlevnější variantou jsou lněná vlákna.

Během zjišťování cen vhodné náhrady se ukázalo, že hlavním důvodem vysoké ceny srnčí srsti je, nedostupnost tohoto materiálu v České republice. Srnčí srst se musí dovážet z Německa, kde je získána jako odpad v koželužnách. Čeští výrobci se následně potýkají s vysokou nekvalitou a prašností, a z tohoto důvodu hledají vhodnou náhradu.

Tabulka 8 - Cenová kalkulace

Množství	Srnčí srst [Kč]	Len [Kč]	Vlna [Kč]
Kg	1000	47	790

7.2 Celkové náklady na výrobu

Jelikož se jedná o ruční a velmi namáhavou práci, kdy je nejhodnotnější část přidaná hodnota výrobce během výroby. Současná cena se pohybuje mezi 1 800 - 2 000,-Kč. Cenu samozřejmě navyšuje do určité míry i nedostupnost vstupní suroviny.

Jakmile dojde k prodření míče, nebo již nespĺňuje požadavky dle pravidel, míč musí být vyřazen. Jedním z nejčastějších znaků opotřebenĺ je ztráta kulatosti, míč se nárazy deformuje a ztrácĺ potřebné vlastnosti pro hru.

Životnost míče závisĺ na intenzitě a četnosti hry, dle vyjádření hráčů týmu kolové z TJ Pankrác, míč po turnaji, tj. 30 zápasů během jednoho dne, již nespĺňuje nároky na hru a musí být vyřazen. V některých případech, pokud to stav umožňuje, je dále použit pouze k tréninkovým účelům.

7.3 Ekologické vyhodnocení

Poptávka po nových míčích je kvůli vysoké spotřebě relativně vysoká. Na druhou stranu se výrobci potýkají s nedostatkem vstupního materiálu. Ten je způsobený změnou technologie, kdy koželužny používají chemické čištění kůží a vlákna jsou zničená. Vhodná alternativa by tento problém vyřešila a výrazně zlevnila výrobu míčů.

8. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo popsat metodiku, díky které by bylo možné najít náhradu za srnčí srst aktuálně používanou jako výplň míčů na kolovou. Hlavní bodem této práce bylo posouzení tří materiálů a jejich vhodnost jako náhrada za srnčí srst. V závěrečné fázi měla být navržena náhrada za aktuální výplň a její ekonomické výhody.

V této práci byla navržena metodika, jakým způsobem alternativní vlákna testovat. Byl popsán princip zkoušek, jejich postup i získané výsledky. Testy jsou řazeny dle logické sekvence, která pomáhá určit vhodnou náhradu.

V závěrečné experimentální fázi jsou popsány jednotlivé testy s reálnými výsledky. Kdy bylo zjištěno, že testovaná alternativní vlákna neodpovídají standardům potřebným k dodržení pravidel kolové.

Ukázalo se, že klíčovou vlastností vláken, které jsou nutné sledovat je měrná hmotnost, elasticita a stlačitelnost. Ty ovlivňují chování míče nejvíce. Pro budoucí testy bych navrhl test koňských žíní, či podobných živočišných vláken.

I přes neúspěšné výsledky testů, jsem rád že jsem dostal šanci podílet se na problematice náhrady srnčí srsti a věřím, že metodika, jenž byla v této práci navržena pomůže v budoucím hledání.

9. Literatura

- [1] MUŽÁKOVÁ, Gabriela. *Konopná vlákna: Hemp fibers*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2009. Bakalářské práce. Technická univerzita v Liberci.
- [2] IŠTOK, Miroslav, *Fyzika a biomechanika některých míčových her*. Brno, 2009, Bakalářská práce, Masarykova universita
- [3] BRABCOVÁ, Jana. *Přenosový tisk na bavlněném materiálu – ověření stálosti potisku: Transfer printing on the cotton material – verification of constancy printing*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2015. Bakalářské práce. Technická univerzita v Liberci.
- [4] MILITKÝ, Jiří. *Textilní vlákna: klasická a speciální*. [2. vydání]. Liberec: Technická univerzita, 2012. ISBN 978-80-7372-844-1.
- [5] Elizabeth Johnson & Janet Hornby (1975) *Seasonal changes of pelage in the roe deer Capreolus capreolus and its role in thermoregulation, Journal of Natural History*, 9:6, 619–628, DOI: 10.1080/00222937500770511.
- [6] SEMELA. Marek, *Analýza silničních nehod II*. [2. vydání]. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2014. ISBN 978-80-214-5038-0.
- [7] Textilní zbožíznalství 1 [online] vlákna, len. TURBO CDV TUL
Dostupné z <https://turbo.cdv.tul.cz/mod/book/view.php?id=863&chapterid=559>.
- [8] Fyzikální korespondenční seminář MFF UK [online], Úloha VI.E, zákeřný restituční Koeficient
Dostupné z: https://fykos.cz/_media/rocnik29/ulohy/pdf/uloha29_6_e.pdf?cache=
- [9] Wikipedie: Otevřená encyklopedie [online]. [cit. 07. 08. 2020].
Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Kolov%C3%A1>:

10. Seznam příloh

Příloha č.1 – Princip testu odskoků

Příloha č.2 – Test na snímači sil

Příloha č.3 – Plnění míče

Příloha č.4 – Test v reálném prostředí

11. Seznam obrázků

Obrázek 1 – Srnčí srst - podsada.....	9
Obrázek 2 – Podsada - příčný řez	9
Obrázek 3 - Srnčí srst – pesík	10
Obrázek 4 - Pesík – příčný řez.....	10
Obrázek 5- Bavlna příčný řez	11
Obrázek 6 - Vlákno bavlny	11
Obrázek 7- Len příčný řez	12
Obrázek 8- Len mikroskopický pohled.....	12
Obrázek 9 - Konopí mikroskopický pohled.....	12
Obrázek 10 - Konopí příčný řez.....	12
Obrázek 11 - Vlna příčný řez a typy vláken	13
Obrázek 12 - Princip měření a zápis do tabulky	18
Obrázek 13 - Sešitý základní obal míče.....	19
Obrázek 14 - Trojúhelníkové část textilie.....	19
Obrázek 15 - IMDS záznam materiálu BICO.....	21
Obrázek 16 - Graf závislosti potřebné síly při stlačení.....	22
Obrázek 17 - Porovnání originálního míče (vpravo) s alternativou plněnou lnem.....	23
Obrázek 18- Test v reálných podmínkách při tréninku TJ Pankrác.....	26
Obrázek 19 - Viditelná deformace míče po testu v reálných podmínkách	26

12. Seznam tabulek

Tabulka 1- Četnost výskytu vláken ve výplni dle délky.....	10
Tabulka 2 - Porovnání vlastností testovaných materiálů	21
Tabulka 3- Výsledky měření na snímači sil.....	22
Tabulka 4 - Výsledky elasticity u nového a starého míče	24
Tabulka 5 - Jednotlivé výsledky měření spolu se zázname odskoků.....	24
Tabulka 6 - Porovnání výsledků elasticity mezi alternativní naplní (lnem) a míči ze srnčí srsti	25
.....	25
Tabulka 7 - Jednotlivé výsledky s odskoky pro lněnou výplň a nový míč ze srnčí srsti	25
Tabulka 8 - Cenová kalkulace.....	27

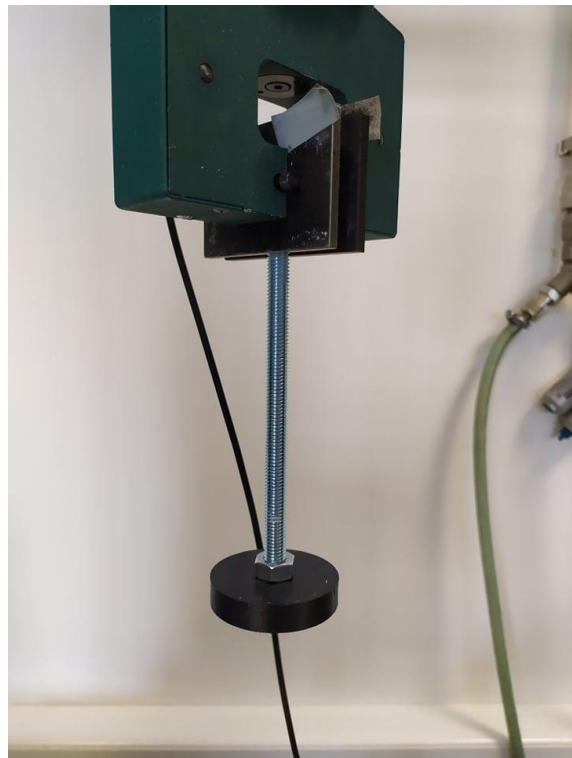
13. Přílohy

Příloha č. 1 – test odskoku

<p>Koeficient restituce</p> $e = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}}$	$e = \sqrt{\frac{1,81}{8,02}}$	$E_{stary1} = 0,475064$

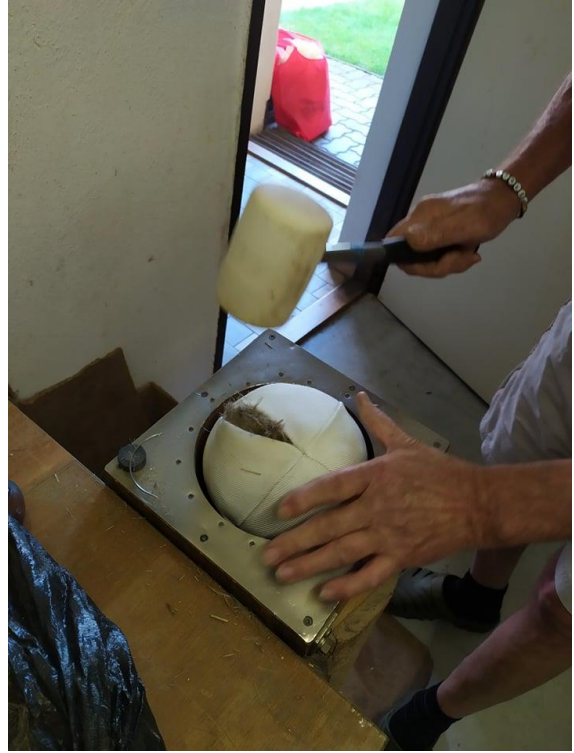
<p>Koeficient restituce</p> $e = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}}$	$e = \sqrt{\frac{1,27}{8,15}}$	$E_{lens} = 0,394751$

Příloha č.2 – snímač sil



Příloha č.3 - – výroba míče





Příloha č. 4 – test v reálném prostředí

